

Objective lens for optical disc drive

Patent Number: ☐ US2001028626
Publication date: 2001-10-11
Inventor(s): ARIMOTO AKIRA (JP); MARUYAMA KOICHI (JP); SHIMANO TAKESHI (JP);
NAKAMURA SHIGERU (JP); SHIGEMATSU KAZUO (JP)
Applicant(s): HITACHI LTD (JP)
Requested
Patent: ☐ JP2001243651
Application
Number: US20010793544 20010227
Priority Number
(s): JP20000054907 20000229
IPC
Classification: G11B7/135
EC
Classification: G11B7/125D, G11B7/12H, G11B7/135F
Equivalents:

Abstract

An objective lens converges a shorter wavelength laser beam on a DVD having a protective layer, which is 0.6 mm thick, and a longer wavelength laser beam on a CD having a protective layer, which is 1.2 mm thick. A common region is defined on the objective lens. The common region provides a numerical aperture appropriate for converging the longer wavelength laser beam on the CD. Coma of the objective lens in the first region is compensated better in a case where the longer wavelength laser beam is converged on the CD than a case where the shorter wavelength laser beam is converged on the DVD

Data supplied from the esp@cenet database - I2

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-243651

(P2001-243651A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト*(参考)

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A 2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/00

G 0 2 B 13/00

5 D 1 1 9

9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-54907(P2000-54907)

(22) 出願日 平成12年2月29日 (2000.2.29)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 丸山 晃一

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

(74) 代理人 100098235

弁理士 金井 英幸

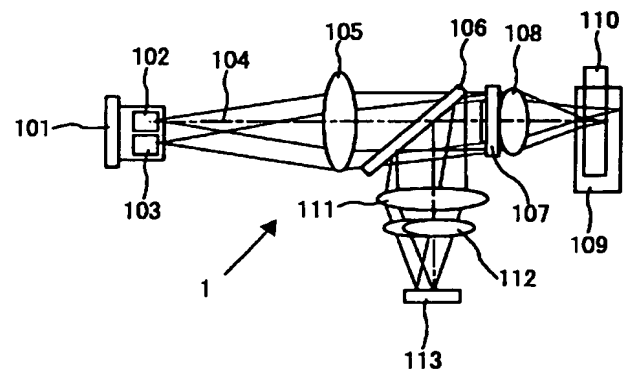
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズ、これを用いた光ヘッドおよび光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 2つの半導体レーザーを1つのパッケージに組み込んだモジュールを利用し、対物レンズ等の光学素子を2つの波長について兼用した場合にも収差の発生を抑えられる光ヘッドを提供すること。

【解決手段】 対物レンズ108のコマ収差をDVDに対しては補正せずにCDに対して補正し、DVD用の発光点を対物レンズ108の光軸104上に配置し、CD用の発光点を軸外に配置する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 短波長のレーザー光を保護層の厚さが薄く記録密度が高い第1の光ディスクに集光させ、長波長のレーザー光を保護層の厚さが厚く記録密度が低い第2の光ディスクに集光させる対物レンズにおいて、前記第2の光ディスクに必要な十分なNAに相当する光が透過する共用領域では、前記長波長のレーザー光を前記第2の光ディスクに集光させる際のコマ収差が、前記短波長のレーザー光を前記第1の光ディスクに集光させる際より良好に補正されていることを特徴とする対物レンズ。

【請求項2】 前記長波長のレーザー光を前記第2の光ディスクに集光させる際に、正弦条件を満たすことを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項3】 入射側の屈折率を n 、射出側の屈折率を n' 、射出光の光軸となす角を U' 、近軸倍率を m 、主平面上の入射高さを H_1 、焦点距離を f として正弦条件違反量 SC の値を以下の式、

$$SC = n H_1 / (n' \sin U') - f (1 - m)$$

で定義したとき、前記短波長のレーザー光を前記第1の光ディスクに集光させる際の前記共用領域内の外周部での正弦条件違反量 SC の値を SC_1 、前記長波長のレーザー光を前記第2の光ディスクに集光させる際の前記共用領域内の外周部での正弦条件違反量 SC の値を SC_2 として、以下の条件(1)、

$$0 < |SC_2 / SC_1| < 0.2 \dots (1)$$

を満たすことを特徴とする請求項1または2に記載の対物レンズ。

【請求項4】 単一のレンズから構成され、いずれか一方のレンズ面に、波長が長くなるにしたがって補正不足となる球面収差の波長依存性を有する輪帯状の回折レンズ構造が形成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項5】 短波長のレーザー光を発光する第1の半導体レーザーと、

前記第1の半導体レーザーの発光点に近接して発光点が配置され、長波長のレーザー光を発する第2の半導体レーザーと、

前記各半導体レーザーからの光を集光させて各光ディスク上にビームスポットを形成し、長波長のレーザー光を保護層の厚さが厚く記録密度が低い第2の光ディスクに集光させる際のコマ収差が、短波長のレーザー光を保護層の厚さが薄く記録密度が高い第1の光ディスクに集光させる際より良好に補正された対物レンズと、

前記光ディスク上の情報トラックに前記ビームスポットを追従させるよう前記対物レンズを駆動するアクチュエータと、

前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、

前記光検出器に反射光を分岐する光分岐素子とを備えることを特徴とする光ヘッド。

2

【請求項6】 前記第1、第2の半導体レーザーが1つのパッケージに内蔵されていることを特徴とする請求項5に記載の光ヘッド。

【請求項7】 前記第1、第2の半導体レーザーと、前記光検出器とが1つのパッケージに内蔵されていることを特徴とする請求項5に記載の光ヘッド。

【請求項8】 前記第1の半導体レーザーの発光点が、前記第2の半導体レーザーの発光点よりも前記対物レンズの光軸に近接して配置されていることを特徴とする請求項6または7に記載の光ヘッド。

【請求項9】 請求項5～8のいずれかに記載の光ヘッドと、前記光ヘッドの半導体レーザーを発光させるレーザードライバ回路と、前記光ヘッドの光検出器の光電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路と、前記信号から光スポットの位置制御信号を得る演算回路と、前記位置制御信号により前記アクチュエータを駆動する制御回路と、前記光ディスクを回転させるモータと、前記光ヘッドを光ディスク半径方向に動かすコースアクチュエータと、前記信号から前記光ディスクの情報を再生する信号処理回路とを備えることを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、保護層の厚さや記録密度が異なる複数種類の光ディスクに対する記録／再生が可能な光ディスク装置、およびこれに含まれる光ヘッド、対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクには、保護層(記録面を覆う透明基板)の厚さや記録密度が異なる複数の規格がある。例えば、記録密度が比較的低いCD(コンパクトディスク)、CD-R(CDレコーダブル)の保護層の厚さは1.2mmであるのに対し、記録密度が比較的高いDVD(デジタルバーサタイルディスク)の保護層の厚さは半分の0.60mmである。

【0003】記録密度が高いDVDの記録・再生には、ビームスポット径を小さく絞るために635～660nm程度の短波長のレーザー光を利用する必要がある。一方、CD-Rの記録・再生にはその反射特性から780nm程度の長波長のレーザー光を利用する必要がある。

【0004】これらの光ディスクは、混在して利用されるため、光ディスク装置はいずれの規格の光ディスクをも利用可能であることが望ましい。このため、DVDとCD-Rとを共に利用するためには、光ディスク装置は、それぞれの光ディスクの特性に応じた波長のレーザー光を発する少なくとも2つの半導体レーザーを備える必要がある。また、光ディスク装置の小型化のためには、光ヘッドの光学系もできる限りコンパクトであることが望ましく、対物レンズ等の光学素子については2つの波長について兼用とし、光源部には2つの半導体レー

3

ザーを1つのパッケージに組み込んだモジュールを利用することが望ましい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように2つの半導体レーザーを1つのパッケージに組み込んだモジュールを使用する場合には、各半導体レーザーの発光点が対物レンズの光軸に対して垂直な方向に並列するため、少なくともいずれか一方の半導体レーザーの発光点は、対物レンズの軸外に配置されることになる。そして、上記のように対物レンズ等の光学系を2つの波長について兼用する場合、保護層の厚さが違う2種類の光ディスクの両者に対してコマ収差を補正することはできない。したがって、この種の光ディスク装置では、コマ収差の補正と発光点の配置とを如何にバランスさせるかが難しいという問題がある。

【0006】この発明は、上述した従来技術の問題点を鑑みてなされたものであり、2つの半導体レーザーを1つのパッケージに組み込んだモジュールを利用し、対物レンズ等の光学素子を2つの波長について兼用した場合にも収差の発生を抑え、規格が異なる複数の光ディスクに対して信号の記録再生が可能な光ディスク装置、およびこれに含まれる光ヘッド、対物レンズの提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる対物レンズは、上記の目的を達成させるため、長波長のレーザー光を保護層の厚さが厚く記録密度が低い第2の光ディスクに集光させる際のコマ収差を、短波長のレーザー光を保護層の厚さが薄く記録密度が高い第1の光ディスクに集光させる際より良好に補正したことを特徴とする。より望ましくは、長波長のレーザー光を用いて第2の光ディスクに集光させる際に、正弦条件を満たすよう設定したことを特徴とする。

【0008】コマ収差の補正と発光点の配置には、例えば以下の3通りの方法がある。

- (1) 短波長のレーザー光と、長波長のレーザー光とに対してコマ収差を平均的に補正する。
- (2) 短波長のレーザー光に対してコマ収差を補正し、補正されていない長波長側の発光点を軸上に配置する。
- (3) 長波長のレーザー光に対してコマ収差を補正し、補正されていない短波長側の発光点を軸上に配置する。

【0009】(1)の方法では、いずれの波長においてもコマ収差が残存するため、いずれの発光点を軸上に配置したとしても、他方の発光点からのレーザー光についてはコマ収差が発生し、2つの発光点からのレーザー光の双方についてコマ収差を補正することができない。(2)の方法では、短波長の発光点が軸外に配置されることとなるが、このときに発生する非点収差が、第1の光ディスクに対しては大きく、必要とされるスポットサイズを得ることができない。そこで、この発明は、(3)の方法

4

を採用している。この場合、長波長の発光点が軸外に配置されることになり、非点収差が発生することになるが、ここで発生する非点収差は、長波長のレーザー光が用いられる第2の光ディスクにとっては問題とならないレベルとなる。

【0010】また、この発明の対物レンズは、短波長のレーザー光を第1の光ディスクに集光させる際の共用領域内の外周部での正弦条件違反量SCの値をSC₁、長波長のレーザー光を第2の光ディスクに集光させる際の共用領域内の外周部での正弦条件違反量SCの値をSC₂として、以下の条件(1)、

$$0 < |SC_2/SC_1| < 0.2 \quad \cdots (1)$$

を満たすことが望ましい。正弦条件違反量SCの値は以下の式、

$$SC = nH_1 / (n' \sin U') - f(1 - m)$$

で定義される。式中、nは入射側の屈折率、n'は射出側の屈折率、U'は射出光の光軸となす角、mは近軸倍率、H₁は主平面上の入射高さ、fは焦点距離である。

【0011】さらに、この発明の対物レンズは、単一のレンズから構成され、いずれか一方のレンズ面に、波長が長くなるにしたがって補正不足となる球面収差の波長依存性を有する輪帯状の回折レンズ構造を備えることが望ましい。

【0012】一方、上記の対物レンズを用いたこの発明の光ヘッドは、短波長のレーザー光を発光する第1の半導体レーザーと、第1の半導体レーザーの発光点に近接して発光点が配置され、長波長のレーザー光を発する第2の半導体レーザーと、対物レンズと、光ディスク上の情報トラックにビームスポットを追従させるよう対物レンズを駆動するアクチュエータと、光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、光検出器に反射光を分岐する光分岐素子とを備えることを特徴とする。

【0013】このとき、第1、第2の半導体レーザーを1つのパッケージに内蔵することができ、さらには、第1、第2の半導体レーザーと光検出器とを1つのパッケージに内蔵してもよい。また、第1の半導体レーザーの発光点が、第2の半導体レーザーの発光点よりも対物レンズの光軸に近接して配置されることが望ましい。

【0014】なお、上記の光ヘッドを用いた光ディスク装置は、光ヘッドと、光ヘッドの半導体レーザーを発光させるレーザードライバ回路と、光ヘッドの光検出器の光電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路と、信号から光スポットの位置制御信号を得る演算回路と、位置制御信号によりアクチュエータを駆動する制御回路と、光ディスクを回転させるモータと、光ヘッドを光ディスク半径方向に動かすコースアクチュエータと、信号から光ディスクの情報を再生する信号処理回路とを備えることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる対物レン

5

ズ、およびこれを利用した光ヘッド、光ディスク装置の実施形態を説明する。最初に、DVD、CD、CD-R互換の光ヘッドの実施形態を3例説明し、光ヘッドを含む光ディスク装置について説明した後、対物レンズの具体的な設計例を説明する。

【0016】図1は、第1の実施形態にかかる光ヘッド1を示す説明図である。光ヘッド1の光学系は、短波長(650nm)のレーザー光を発光するDVD用の第1の半導体レーザー102と、第1の半導体レーザー102の発光点に近接して発光点が配置され、長波長(780nm)のレーザー光を発するCD用の第2の半導体レーザー103と、各半導体レーザーからの光を集光させて各光ディスク(CD109、DVD110)上にビームスポットを形成する1枚構成の対物レンズ108と、光ディスクからの反射光を受光する光検出器113と、光検出器に反射光を分岐する光分岐素子であるビームスプリッター106とを備える。

【0017】第1、第2の半導体レーザー102、103は、同一のパッケージ101に内蔵されており、このパッケージ101は、第1の半導体レーザー102の発光点に対物レンズ108の光軸104に一致するように配置されている。各半導体レーザーから発した発散光は、パッケージ101とビームスプリッター106との間に配置されたコリメートレンズ105により平行光とされ、ビームスプリッター106を透過して対物レンズ108に入射する。このとき、第1の半導体レーザー102からの短波長のレーザー光は、対物レンズ108の光軸104と平行に対物レンズに入射するが、発光点が軸外に配置された第2の半導体レーザー103からの長波長のレーザー光は、対物レンズ108の光軸に104に対して角度を持って対物レンズ108に入射する。

【0018】なお、図1においては、便宜上、第1、第2の半導体レーザー102、103からの光線を両方示しており、光ディスクも第1の光ディスクであるDVD110と第2の光ディスクであるCD109とを重ねて示しているが、実際には保護層が0.6mmと薄く記録密度が高いDVD110を利用する際には短波長の第1の半導体レーザー102のみを発光させ、保護層が1.2mmと厚く記録密度が低いCD109を再生する際には長波長の第2の半導体レーザー103のみを発光させる。

【0019】対物レンズ108は、第1、第2の半導体レーザー102、103からのレーザー光をそれぞれDVD110、CD109の保護層を介して記録面上に集光させる。対物レンズ108は、波長780nmのレーザー光をCD109に集光させる際のコマ収差が、波長650nmのレーザー光をDVD110に集光させる際より良好に補正されている。より詳細には、対物レンズ108は、CD109の基板厚1.2mm、波長780nmにおいて正弦条件を満たすように設計されている。し

6

たがって、780nmの光束が斜めに対物レンズ108に入射しても、収差は十分許容範囲に抑えられ、記録面上のビームスポットを十分に小さく絞ることができる。

【0020】正弦条件とは、光束が斜めに入射するとき、発生する収差に画角に比例した収差成分が存在しない条件を意味する。したがって、対物レンズ108の形状は、第1、第2の半導体レーザーの発光点間隔から決まるCD用のレーザー光の画角において、収差が十分許容範囲となるように設計される。

【0021】一方、第1の半導体レーザー102からのレーザー光に対しては正弦条件を満たすことはできないが、短波長のレーザー光は上記のように対物レンズに対して垂直に入射するため、コマ収差の影響はなく、DVD110の保護層を介してその記録面上にビームスポットが形成される。

【0022】ビームスプリッター106と対物レンズ108との間には、波長選択性絞り107が配置されている。波長選択性絞り107は、DVD用の650nmのレーザー光についてはNA0.6に相当する光束径でレーザー光を透過させ、CD用の780nmのレーザー光についてはNA約0.45~0.50に相当する光束径にレーザー光を制限する光学素子である。波長選択性絞り107は対物レンズ108に一体化することもできる。あるいは、DVD110の利用時にのみ必要な高NAの領域を、波長780nmの光に対して大きな収差を持つよう設計して散乱させることにより、波長選択性絞りの機能を持たせることもできる。

【0023】なお、対物レンズ108の波長選択性絞り107側の面には、波長が長くなるにしたがって補正不足となる球面収差の波長依存性を有する輪帯状の回折レンズ構造が形成されている。

【0024】光ディスク光学系の球面収差は、保護層が厚くなるとより補正過剰となる方向に変化する。一方、保護層が薄いDVD110については短波長、保護層が厚いCD109については長波長のレーザー光が用いられる。そこで、DVD110の使用時を基準として球面収差を補正し、上記のように回折レンズ構造に波長が長波長に変化した場合に球面収差が補正不足となる方向に変化する特性を持たせることにより、DVDからCDへの切換で補正過剰となる球面収差を、波長の長波長側への変化により生じる回折レンズ構造の補正不足方向の球面収差を利用して打ち消すことができる。球面収差の変化を打ち消すためには、上記の回折レンズ構造の他、特開平10-255305号公報に開示されるような位相シフタを利用することもできる。

【0025】DVD110またはCD109のいずれかの光ディスクに集光され、記録情報によって変調された反射光は、再び対物レンズ108、波長選択性絞り107を透過し、ビームスプリッター106により反射され、集光レンズ111、シリンドリカルレンズ112を介し

7

て光検出器113に入射する。集光レンズ111は平行光として入射する光ディスクからの反射光を収束させ、シリンドリカルレンズ112はフォーカシングエラー検出のために光束に非点収差を付加する。トラッキングエラーの検出には、光検出器113を4分割光検出器としておき、DVD-ROMでは位相差検出方式、CDやDVD-RAMなどではプッシュプル方式を用いればよい。

【0026】また、光ピックアップ1には、光検出器113により検出されたフォーカシングエラー信号とトラッキングエラー信号とに基づいて光ディスク上の情報トラックにビームスポットを追従させるよう対物レンズ108を駆動する図示せぬアクチュエータが設けられている。

【0027】上記の第1の実施形態において本質的な点は2つの半導体レーザーがモジュール化されており、大きいNAが必要とされるDVDのための第1の半導体レーザー102が対物レンズ108の光軸104上にあること、および対物レンズ108がNAの小さいCDの保護層厚においてコマ収差の発生を抑えるように設計されていることである。他の構成は変更可能である。例えばフォーカシングエラー検出には、ダブルナイフエッジ方式、スポットサイズ検出方式などを用いることも可能であり、トラッキングエラー検出には、3ビーム方式を用いることも可能である。また、記録可能なDVD-RAMを用いる等、高い光利用効率が必要な場合は、波長選択性絞り107に代えて偏光性回折格子と1/4波長板とを一体化した素子を設け、ビームスプリッタ106を偏光プリズムとすればよい。

【0028】図2は本発明の第2の実施形態にかかる光ヘッド2の説明図である。光ヘッド2は、第1、第2の半導体レーザー102、103と光検出器202、203とが1パッケージ化された2LD/PD一体モジュール201と、コリメートレンズ105、対物レンズ108とを備え、コリメートレンズ105と対物レンズ108との間には、ビーム分離ホログラムと波長選択絞りが一体となった複合光学部品204が配置されている。

【0029】第1の実施形態と同様に、DVD用の第1の半導体レーザー102の発光点は対物レンズ108の光軸104上にあり、CD用の第2の半導体レーザー103からの光は発光点の間隔に応じた角度で斜めに対物レンズ108に入射する。本実施形態においても対物レンズ108は、第2の光ディスクであるCD109に対してコマ収差が補正され、すなわち、正弦条件が満たされているので、このような斜め入射においてもCDのビームスポットはほとんど劣化しない。

【0030】各半導体レーザー102、103からの光はコリメートレンズ105により平行光束とされ、複合光学部品204に入射する。複合光学部品204のビーム分離作用は、光ディスクからの反射光についてのみ必

8

要であるため、ホログラムを偏光性ホログラムとして光ディスクへ向かうレーザー光に対して作用しないようにしておく、利用効率の低下や迷光の発生を防ぐことができる。

【0031】複合光学部品204を透過したレーザー光は、対物レンズ108によりCD109またはDVD110に集光され、その反射光は再び対物レンズ108を透過し、複合光学部品204で分離されて、2LD/PD一体モジュール201の中の光検出器202、203により受光される。

【0032】複合光学部品204は、光束が透過する円形の領域を光ディスクの半径方向と接線方向との2本の直径で4つの領域に等分割し、それぞれの分割領域に格子ベクトルの方向が互いに異なる分離ホログラムを形成することにより構成されている。これにより、光束を1/4ずつに分割して独立に検出することができる。このような方法は、例えば特開平11-53759に記載されている。これによりフォーカシングエラー検出にはダブルナイフエッジ方式、トラッキングエラー検出には位相差方式、プッシュプル方式を用いることができ、DVD-ROM、DVD-RAM、CDなどの利用が可能となる。

【0033】なお、図2においては簡単のため、光検出器は2つのみ表示しているが、光束を4分割して検出するには一般には1つの波長に対して8領域、2波長で16領域が必要となる。ただし、これは後に示す第3の実施形態のように光学系の配置を工夫することにより、そのいくつかを2つの波長で兼用して領域数を減らすことが可能である。

【0034】図3は本発明の第3の実施形態にかかる光ヘッド3を示す説明図である。光ヘッド3は、DVD用の第1の半導体レーザーとCD用の第2の半導体レーザー、および光検出器が一体としてモジュール化された2LD/PD一体モジュール400を備えている。

【0035】モジュール400に設けられた半導体レーザーから発したレーザー光は、コリメートレンズ105により平行光とされ、ビームスプリッタ106を透過してビーム成形ミラー302で反射され、偏光性ホログラムと1/4波長板とを一体とした複合光学部品301を透過し、対物レンズ108によつての光ディスク(DVDまたはCD)304に集光される。

【0036】ビームスプリッタ106は、半導体レーザーから発して入射するレーザー光の一部を反射させ、モニタ用光検出器303に入射させる。モニタ用光検出器303の出力は、DVD-RAM等に記録するときの記録パルス波形のモニタとして用いられる。ビーム成形ミラー302は、くさび形のプリズムである。ビーム成形ミラー302の入射端面で屈折して内部に入射したレーザー光は、入射端面に対して傾斜した裏面で反射し、再び入射端面を屈折して透過する。このような屈折、反射

により、ビーム形状が一方向に拡大されるため、半導体レーザーの楕円状のビーム分布を円形に補正することができる。これにより集光スポット品質を向上させるとともに、光利用効率を高めることができる。

【0037】光ディスク304で反射されたレーザー光は、再び対物レンズ108を透過し、複合光学部品301の偏光性回折格子により回折され、ビーム成形ミラー302、ビームスプリッタ106を経由して、コリメートレンズ105により、2LD/PD一体モジュール400の中の光検出器上に集光される。

【0038】2LD/PD一体モジュール400は、図4に示すように構成される。図4の上が平面図、下が半導体レーザー位置における断面図である。DVD用の第1の半導体レーザー102とCD用の第2の半導体レーザー103とが、Si基板401の上にエッチングにより形成された凹部に配置されている。これらの半導体レーザーの出射端面前にはエッチングで形成された凹部の側面が45°の傾斜を持った滑らかな斜面を形成しており、これが反射ミラー408となって、半導体レーザーの出射光409を基板面に対して垂直に立ち上げる。

【0039】凹部の周辺には光検出器402、403、405、406と、アンプIC404とが形成されている。ここで光検出器402はDVD用、403はCD用の再生信号およびトラッキングエラー検出用ディテクタ、405はDVD用、406はCD用のフォーカシングエラー検出用ディテクタである。それぞれ横方向に4セットずつ並んでいるのは、ディスクによる反射光束をディスクの半径方向と接線方向の直径によって分割される1/4の領域の光を受光するためである。DVD用の領域とCD用の領域が分離されているのは、偏光性ホログラム301による回折角度が、波長の違いに応じて異なるためである。

【0040】フォーカシングエラー検出用のディテクタ405、406がそれぞれ短辺方向に並列する一対の長方形の領域により構成されるのは、ダブルナイフエッジ方式による焦点ずれ検出を行うためである。光スポットの焦点が光ディスクの記録面と一致している場合には、4つの1/4領域からの光も一対の長方形の領域の間に焦点を結ぶ。焦点が光ディスクの記録面から外れると、ディテクタ上のスポットは大きくなり、焦点が記録面より手前にずれると一方の長方形の領域の側、後ろ側にずれると他方の長方形の領域の側に偏る。したがって、各ペアで焦点が手前にずれた際にスポットを受ける領域の出力の総和と、後ろ側にずれた際にスポットを受ける領域の出力の総和との差動信号を演算すると、フォーカシングエラー信号が得られる。このようにして複数のペアの領域の出力に基づいてフォーカシングエラー信号を求めると、スポットの位置ずれの影響が互いにキャンセルされるため、さほど厳密に調整しなくとも、信号の精度を高く維持することができる。

【0041】複合光学部品301の偏光性回折格子は、図5に示すように、反射光束501をディスクの半径方向と接線方向の直径とで4つに等分割し、それぞれ異なる方向へ回折するように格子を形成している。

【0042】図6は、本発明の光ヘッドを組み込んだ光ディスク装置601の概略を示す説明図である。光ディスク装置601は、光ヘッド602と、モータ等の機構系と、制御系とから構成されている。光ヘッド602は、ここでは単純化して示されているが、図3に示す第3の実施形態と同様の構成を持ち、2LD/PDモジュール400と、複合光学部品301、および、対物レンズ108を備えている。

【0043】機構系は、対物レンズ108を光軸方向、及びラジアル方向に微動させるレンズアクチュエータ609と、光ヘッド601を光ディスク半径方向に動かすコースアクチュエータ610と、光ディスク304を回転させるスピンドルモータ612とを備えている。

【0044】制御系は、コントローラ606を中核として、このコントローラ606により制御される入出力回路604、バッファメモリ607、記録波形発生回路608、信号処理再生回路611、スピンドルモータ駆動回路613を備えている。

【0045】入出力回路604は、フレキシブル基板603を介して2LD/PDモジュール400に接続され、このモジュールに対して信号を入出力する。入出力回路604には、光ヘッド601の半導体レーザーを発光させるレーザードライバ回路と、光ヘッド601の光検出器の光電流を電圧信号に変換する電流電圧変換回路とを含んでいる。

【0046】電流電圧変換回路は、光検出器の光電流を電圧信号変換し、RF信号、フォーカシングエラー信号、トラッキングエラー信号を生成する。RF信号は、信号処理再生回路611においてイコライザ処理、2値化、復号処理されデジタル情報を再生する。出力情報はバッファメモリ607にストアされる。フォーカス/トラッキングエラー信号は、レンズアクチュエータ609にフィードバックされ、ビームスポットが光ディスク304の記録面の情報トラック上に常に位置するように閉ループ制御される。

【0047】また、電流電圧変換回路は、RF信号によりディスクのアドレス情報ビットからヘッド位置制御信号を生成する。ヘッド位置制御信号は、コースアクチュエータ610に入力され、コースアクチュエータ610は、光ヘッド602を再生トラックの近傍にはば配置させるよう制御する。こちらの制御はデジタル情報記録用の光磁気ディスクの場合には通常、閉ループ制御されるが、CD、DVD、MDなどにおいては開ループ制御されることが多い。

【0048】DVD等へ情報を記録する場合には、コントローラ606がユーザデータ605をバッファメモリ

11

607にストアし、ストアしたデジタル情報に応じて記録波形発生回路608で生成された記録信号に基づいて、レーザードライバ回路を駆動し、半導体レーザの明滅を制御する。

【0049】光ディスクを回転させるスピンドルモータ612は、スピンドルモータ駆動回路613によってその回転が制御されており、さらにこれはコントローラ606により制御されている。

【0050】次に、対物レンズ108について説明する。図7は、対物レンズ108を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は側面から見た断面図、(C)は(B)の一部拡大図である。対物レンズ108は、非球面である2つのレンズ面108a、108bを有する両凸の樹脂製単レンズであり、一方のレンズ面108aに図7(A)に示したように光軸を中心とした輪帯状のパターンとして回折レンズ構造が形成されている。回折レンズ構造は、フレネルレンズのように各輪帯の境界に光軸方向の段差を持つ。

【0051】対物レンズ108の表面は、記録密度の低いCD、CD-R等の光ディスクに必要な十分な低NAの光束が透過する共用領域Rcと、この共用領域Rcの周囲に位置し、DVD等の記録密度の高い光ディスクに対してのみ必要な高NAの光束が透過する高NA専用領域Rhとに区分することができる。回折レンズ構造は、共用領域Rcと高NA専用領域Rhとを含む第1面の全域に形成されている。

【0052】対物レンズ108は、短波長のレーザー光を第1の光ディスクに集光させる際の共用領域Rc内の外周部での正弦条件違反量SCの値をSC₁、長波長のレーザー光を第2の光ディスクに集光させる際の共用領域Rc内の外周部での正弦条件違反量SCの値をSC₂として、以下の条件(1)、 $0 < |SC_2/SC_1| < 0.2 \dots (1)$ を満たす。

【0053】正弦条件違反量SCの値は以下の式、 $SC = nH_1/(n'\sin U') - f(1-m)$ で定義される。式中、nは入射側の屈折率、n'は射出側の屈折率、U'は射出光の光軸となす角、mは近軸倍率、H₁は主平面上の入射高さ、fは焦点距離である。

【0054】次に、上述した実施形態に基づく具体的な実施例を提示する。図8は、実施例にかかる対物レンズ108とDVD110とを示すレンズ図である。回折レンズ構造は、対物レンズ108の第1面108aに形成され、1次回折光を必要次数の回折光として光ディスクの記録面上に収束させる。第2面108bは段差のない連続的な非球面として形成されている。

【0055】実施例の対物レンズの具体的な数値構成は、表1～表3に示されている。表1はレンズ全体のデータ、表2は第1面、表3は第2面のデータを示す。実施例1の対物レンズ108は、 $0 \leq h < 1.25$ の範囲が共用

12

領域Rc、 $1.25 \leq h < 1.40$ の範囲が高NA専用領域Rhである。表中、 λ_1 、NA₁、f₁は、それぞれ第1の光ディスクであるDVD使用時の波長、開口数、焦点距離であり、 λ_2 、NA₂、f₂は、それぞれ第2の光ディスクであるCD使用時の波長、開口数、焦点距離であり、nλは各レンズの波長λnmでの屈折率である。

【0056】

【表1】

$\lambda_1=660\text{nm}$	NA ₁ 0.60	f ₁ =2.340mm
$\lambda_2=785\text{nm}$	NA ₂ 0.53	f ₂ =2.356mm
第1面第2面間隔d		1.460mm
屈折率	n ₆₆₀	1.54044
	n ₇₈₅	1.53665
アッペ数ν		55.6
ディスク厚さ	DVD	0.600mm
	CD	1.200mm

【0057】第1面108aの共用領域Rcと高NA専用領域Rhとは、ベースカーブ(回折レンズ構造を除く屈折レンズとしての形状)、回折レンズ構造が共に異なる形状、作用を有する。ベースカーブを規定する非球面は、光軸からの高さがhとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離(サグ量)をX(h)、非球面の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数をA₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂として、以下の式で表される。 $X(h) = Ch^2/(1+\sqrt{1-(1+K)C^2h^2}) + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$

【0058】また、回折レンズ構造による光路長の付加量は、光軸からの高さh、n次(偶数次)の光路差関数係数P_n、回折次数m、波長λを用いて、 $\phi(h) = (P_2h^2 + P_4h^4 + P_6h^6 + \dots) \times m \times \lambda$ により定義される光路差関数φ(h)により表すことができる。光路差関数φ(h)は、回折面上での光軸からの高さhの点において、回折レンズ構造により回折されなかった場合の仮想的な光線と、回折レンズ構造により回折された光線との光路差を示す。以下の表2に、第1面108aの非球面係数、光路差関数係数を示す。λBは回折レンズ構造のブレース化波長である。

【0059】

【表2】第1面

共用領域($0 \leq h < 1.25$)	高NA専用領域($1.25 \leq h < 1.40$)
r 1.508	1.533
κ -0.520	-0.520
A ₄ -8.3030×10^{-3}	-4.3030×10^{-3}
A ₆ -9.7730×10^{-4}	-1.3950×10^{-3}
A ₈ 3.5940×10^{-4}	1.7170×10^{-3}
A ₁₀ -6.6980×10^{-4}	-1.2360×10^{-3}
A ₁₂ 1.3430×10^{-4}	2.5410×10^{-4}
P ₂ 0.0000	-4.42763
P ₄ -7.5770	-4.87000

13

P6	-0.7383	-0.60200
P8	-0.1365	0
P10	0	0
λ B	659nm	660nm

【0060】

【表3】第2面 全領域

r	-5.288
κ	0.0000
A4	4.2630×10^{-2}
A6	-9.6340×10^{-3}
A8	-3.4840×10^{-3}
A10	3.4490×10^{-3}
A12	-7.1060×10^{-4}

【0061】図9は実施例の対物レンズ108のDVD110に対応する第1の波長 λ_1 が660nmの場合の諸収差を示す。(A)は波長660nmにおける球面収差SAおよび正弦条件違反量SC、(B)は660nm、655nm、665nmの各波長の球面収差で表される色収差、(C)は非点収差(DS:サジタル、DM:メリディオナル)を示している。各グラフ(A)、(B)、(C)の横軸は各収差の発生量を示し、単位はmmである。また、グラフ(A)、(B)の縦軸は開口数NA、(C)の縦軸は像高Yである。

【0062】また、図10はDVD用の第1の半導体レーザー102から発した光束が対物レンズの光軸に対して入射角度を持つ場合の波面収差を示し、(A)~(D)はメリディオナル方向、(E)~(H)はサジタル方向の収差を示す。各グラフの横軸は入射瞳、縦軸は波面収差量を示す。また、(A)、(E)が入射角度 0° 、(B)、(F)が入射角度 0.5° 、(C)、(G)が入射角度 0.75° 、(D)、(H)が入射角度 1.0° の場合を示している。

【0063】図11は、DVD用の第1の半導体レーザー102から発した光束の対物レンズに対する入射角度と、波面収差(rms値)との関係を示すグラフである。DVDに対しては対物レンズ108のコマ収差が補正されていないため、僅かな入射角度で波面収差が著しく劣化する。

【0064】図12は、実施例の対物レンズ108と第2の光ディスクであるCD109とを示すレンズ図である。この場合、対物レンズは、第2の半導体レーザー103から発した波長785nmのレーザー光をCD109の記録面上に集光させる。

【0065】図13は実施例の対物レンズ108のCD109に対応する第2の波長 λ_2 が785nmの場合の諸収差を示す。(A)は波長785nmにおける球面収差SAおよび正弦条件違反量SC、(B)は785nm、780nm、790nmの各波長の球面収差で表される色収差、(C)は非点収差を示す。

【0066】また、図14はCD用の第2の半導体レーザー103から発した光束が対物レンズの光軸に対して入射角度を持つ場合の波面収差を示す。各グラフの定義は図10と同一である。さらに、図15は、CD用の第

14

2の半導体レーザー103から発した光束の対物レンズに対する入射角度と、波面収差(rms値)との関係を示すグラフである。実施例の対物レンズ108は、CDに対してはコマ収差が補正されているため、入射角度が大きくなってもコマ収差は発生せず、かつ、非点収差の発生も小さい。したがって、波面収差を低く抑えることができ、光ディスク上のビームスポットを所望のサイズにまで絞ることが可能である。

【0067】上記の実施例では、660nmのレーザー光をDVDに集光させる際の共用領域Rc内の外周部での正弦条件違反量の値 $SC_1=0.0348\text{mm}$ 、785nmのレーザー光をCDに集光させる際の共用領域Rc内の外周部での正弦条件違反量の値 $SC_2=-0.0012\text{mm}$ となる。したがって、 $|SC_2/SC_1| = |-0.0012 / 0.0348| = 0.034$ となり、前記の条件式(1)を満たしている。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、対物レンズのコマ収差をDVDに対しては補正せずにCDに対して補正し、DVD用の発光点を対物レンズの軸上に配置し、CD用の発光点を軸外に配置することにより、いずれの光ディスクに対しても収差の発生を抑えて良好なビームスポットを光ディスク上に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態にかかる光ヘッドを示す説明図。

【図2】 第2の実施形態にかかる光ヘッドを示す説明図。

【図3】 第3の実施形態にかかる光ヘッドを示す説明図。

【図4】 図3の光ヘッドで用いられている2LD/PD一体モジュールを示す平面図及び側面図。

【図5】 図3の光ヘッドで用いられている複合光学部品の偏光性回折格子を示す平面図。

【図6】 本発明の光ヘッドを搭載した光ディスク装置を示す説明図。

【図7】 実施形態の対物レンズを示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は側面から見た断面図。

【図8】 実施例にかかる対物レンズとDVDとを示すレンズ図。

【図9】 実施例の対物レンズのDVDに対応する第1の波長における諸収差を示すグラフ。

【図10】 DVD用の第1の半導体レーザーから発した光束が対物レンズの光軸に対して入射角度を持つ場合の波面収差を示すグラフ。

【図11】 DVD用の第1の半導体レーザーから発した光束の対物レンズに対する入射角度と、波面収差(rms値)との関係を示すグラフ。

【図12】 実施例にかかる対物レンズとDVDとを示すレンズ図。

15

【図13】 実施例の対物レンズのCDに対応する第2の波長における諸収差を示すグラフ。

【図14】 CD用の第2の半導体レーザーから発した光束が対物レンズの光軸に対して入射角度を持つ場合の波面収差を示すグラフ。

【図15】 CD用の第2の半導体レーザーから発した光束の対物レンズに対する入射角度と、波面収差(rms値)との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

101 2レーザモジュール
102 DVD用半導体レーザ
103 CD用半導体レーザ

*104 対物レンズ光軸

105 コリメートレンズ

106 ビームスプリッタ

107 波長選択性絞り

108 対物レンズ

109 CD

110 DVD

111 集光レンズ

112 シリンドリカルレンズ

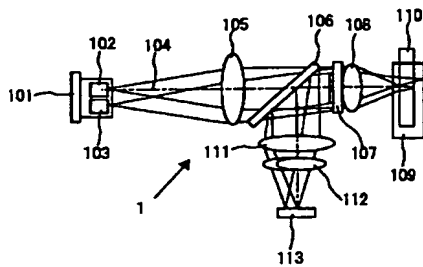
10 113 光検出器

201, 400 2LD/PD一体モジュール

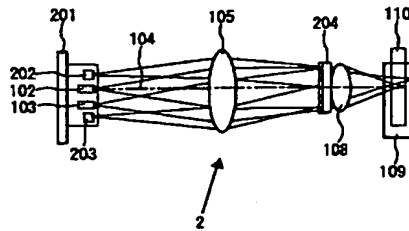
*

16

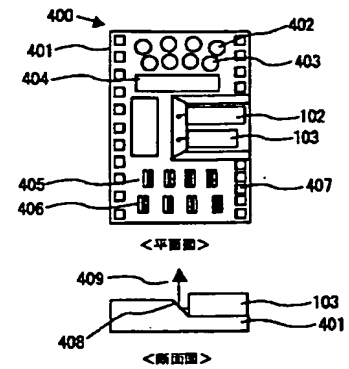
【図1】



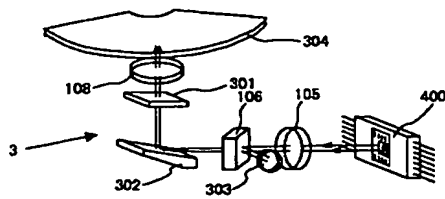
【図2】



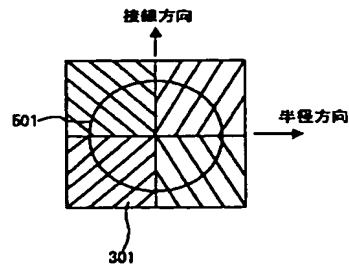
【図4】



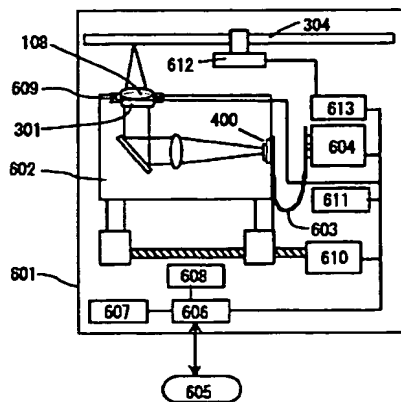
【図3】



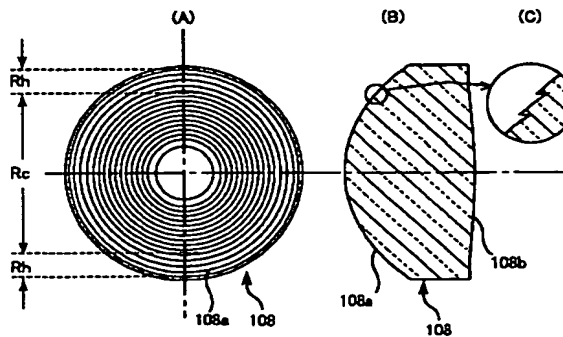
【図5】



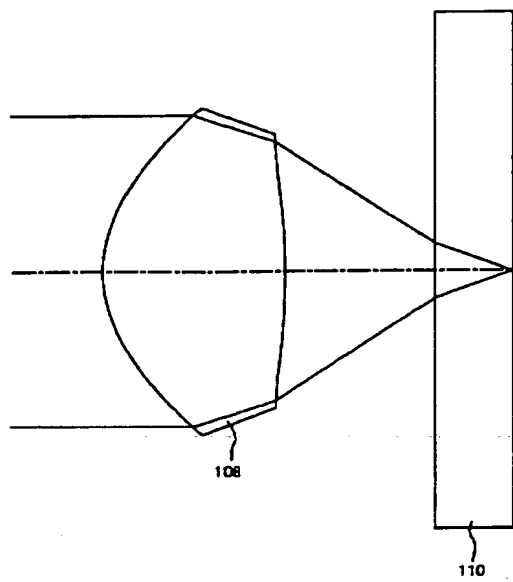
【図6】



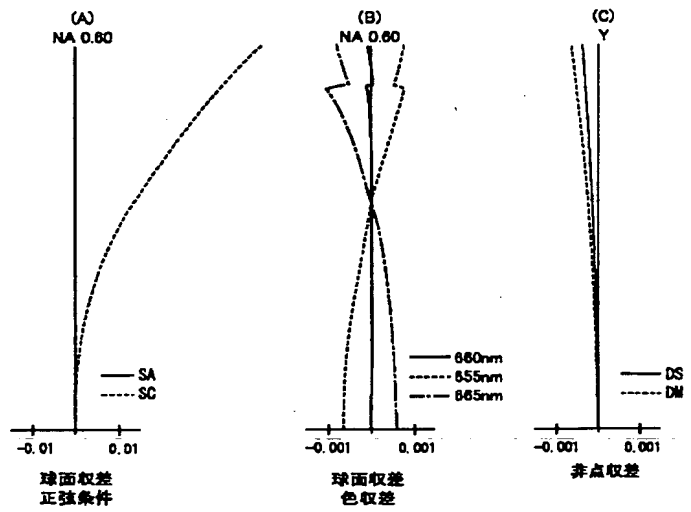
【図7】



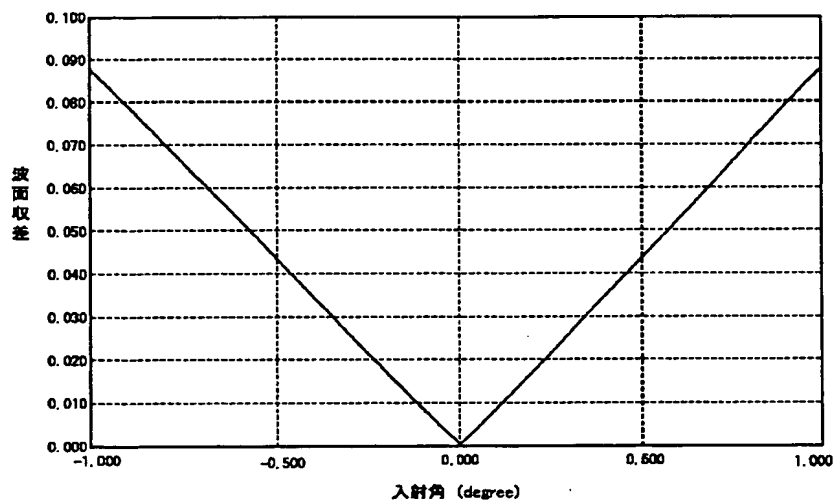
【図8】



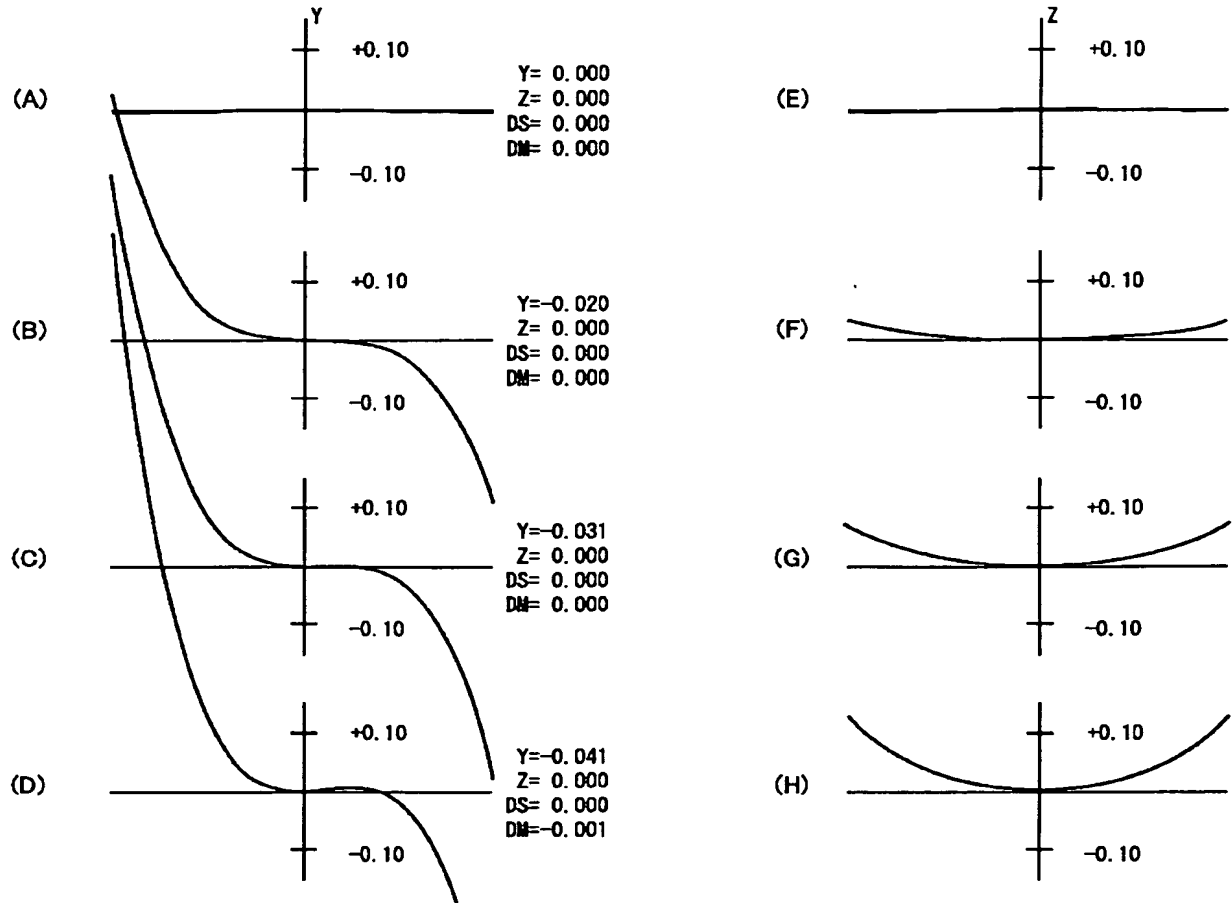
【図9】



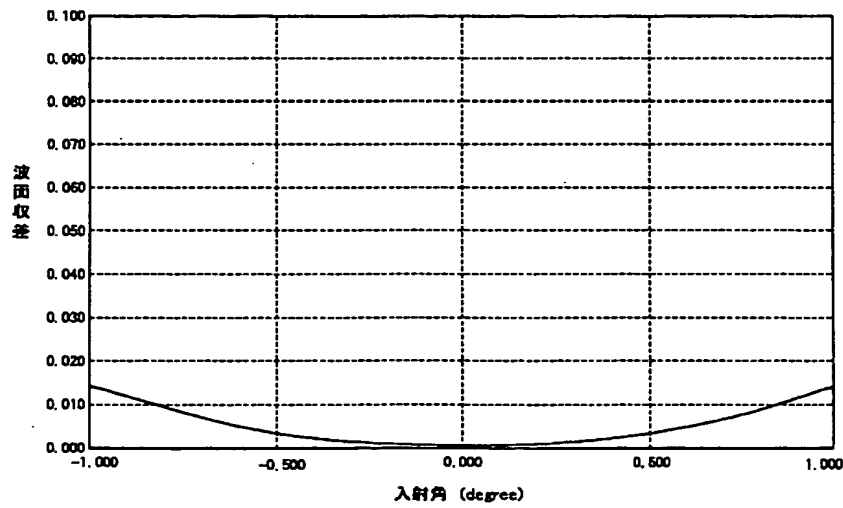
【図11】



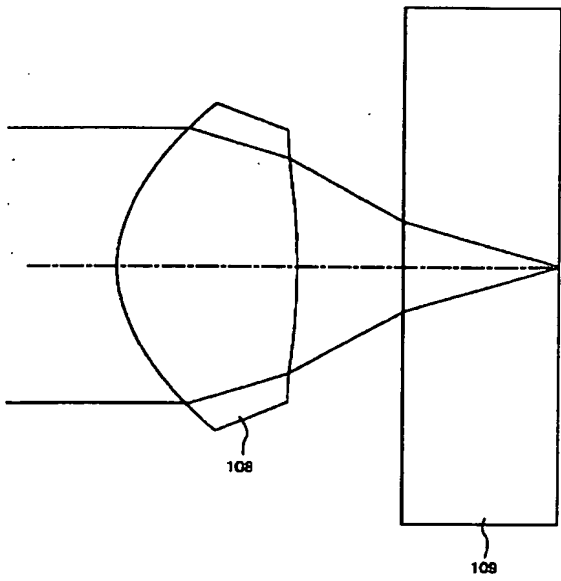
【図10】



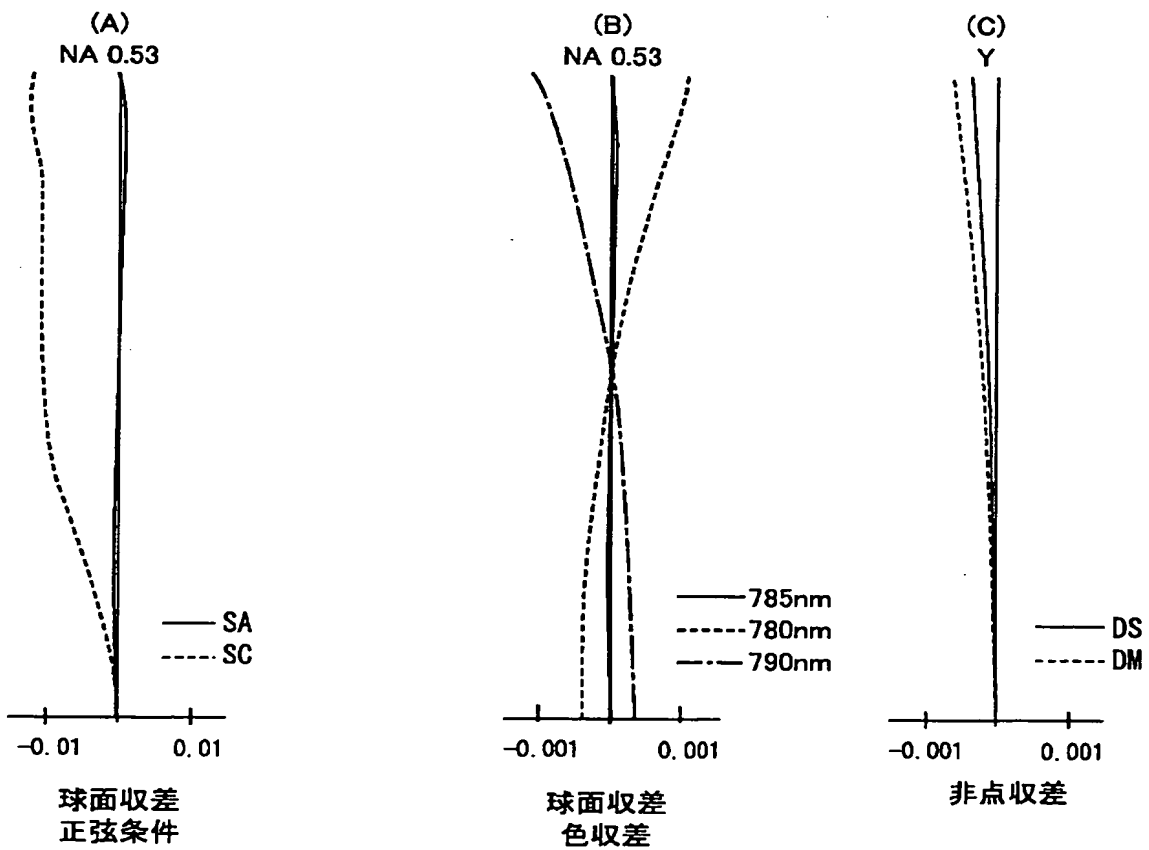
【図15】



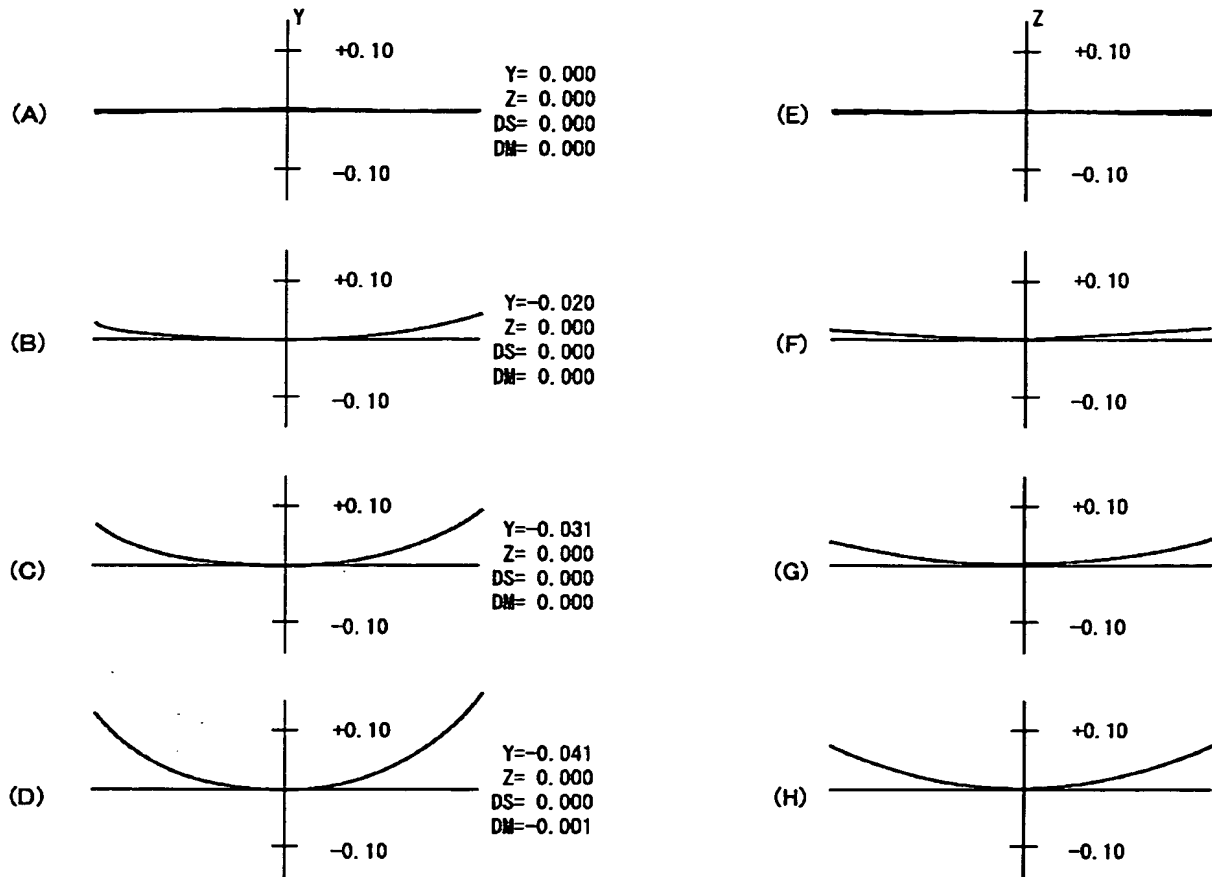
【図 12】



【図 13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 島野 健
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 中村 滋
茨城県ひたちなか市大字稲田1410番地 株
式会社日立製作所デジタルメディア製品事
業部内

(72)発明者 有本 昭
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 重松 和男
茨城県ひたちなか市大字稲田1410番地 株
式会社日立製作所デジタルメディア製品事
業部内

Fターム(参考) 2H087 KA13 PA01 PA17 PB01 QA02
QA07 QA14 QA34 RA05 RA12
RA13 RA42 RA46 RA47
5D119 AA05 AA41 BA01 EB15 EC04
EC15 EC45 EC47 FA09 JA06
JA44 JA47 JB02 KA20
9A001 KK16

This Page Blank (uspto)